

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-193139

(43)Date of publication of application : 28.07.1998

(51)Int.Cl.

B23K 20/12

B23K 37/04

(21)Application number : 09-006768

(71)Applicant : SHOWA ALUM CORP

(22)Date of filing : 17.01.1997

(72)Inventor : ENOMOTO MASATOSHI

TAZAKI SEIJI

NISHIKAWA NAOKI

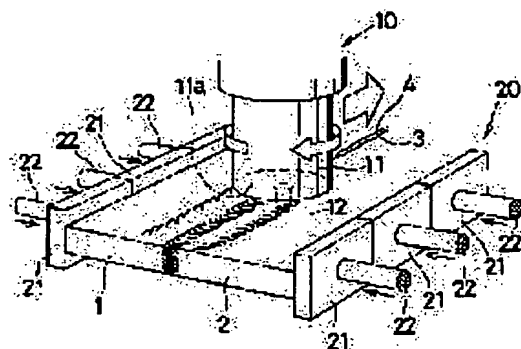
HASHIMOTO TAKENORI

## (54) FRICTION STIRRING WELDING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To attain superior butt welding without causing welding defects even if a gap exists in the abutted part.

**SOLUTION:** Two joining members 1, 2 are abutted on each other, with a rotating probe 12 inserted in or near the abutted part 3; while the contact part with the probe 12 is softened by frictional heat and stirred, the probe 12 is relatively moved along the abutted part 3 in the inserted state, with the joining members 1, 2 butt-welded thereby. In this case, welding is performed while the joining members 1, 2 are pressurized in the abutting direction, with the softened area of the abutted part deformed in close contact, so that a gap 4 is eliminated.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

25.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

abandonment

[Date of final disposal for application]

10.07.2000

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**BEST AVAILABLE COPY**

**BEST AVAILABLE COPY**

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-193139

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月28日

(51) Int.Cl.<sup>4</sup>

B 2 3 K 20/12  
37/04

識別記号

F I

B 2 3 K 20/12  
37/04

A  
D

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平9-6768

(22) 出願日 平成9年(1997) 1月17日

(71) 出願人 000186843

昭和アルミニウム株式会社  
大阪府堺市海山町6丁224番地

(72) 発明者 板本 正敏

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(72) 発明者 田崎 清司

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(72) 発明者 西川 直毅

堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内

(74) 代理人 弁理士 清水 久義 (外2名)

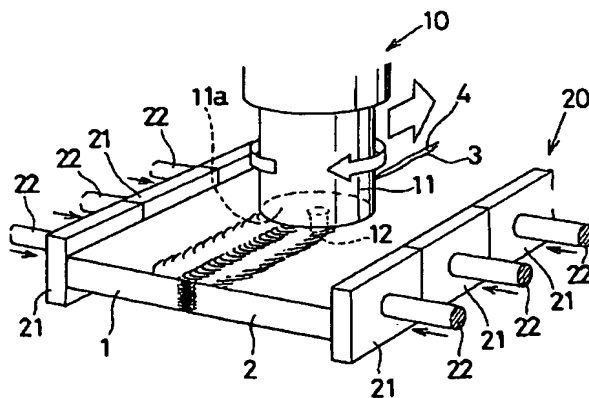
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 摩擦攪拌接合法

(57) 【要約】

【課題】 突き合わせ部に隙間が存在していても、接合部に接合欠陥を生じることなく良好に突き合わせ接合することのできる摩擦攪拌接合法を提供する。

【解決手段】 2個の接合部材1、2を突き合わせるとともに、突き合わせ部3またはその近傍に回転するプローブ12を挿入し、プローブ12との接触部を摩擦熱にて軟化させ攪拌しながら、プローブ12を挿入状態で突き合わせ部3に沿って相対的に移動させることにより接合部材1、2を突き合わせ接合する。そのとき、前記接合部材1、2を突き合わせ方向に加圧しながら接合を行い、突き合わせ部の軟化部分を密着変形させ、隙間4を消失させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2個の接合部材(1)(2)を突き合わせるとともに、突き合わせ部(3)またはその近傍に回転するプローブ(12)を挿入し、プローブ(12)との接触部を摩擦熱にて軟化させ攪拌しながら、プローブ(12)を挿入状態で突き合わせ部(3)に沿って相対的に移動させることにより接合部材(1)(2)を突き合わせ接合する摩擦攪拌接合法において、前記接合部材(1)(2)を突き合わせ方向に加圧しながら、摩擦攪拌接合を行うことを特徴とする摩擦攪拌接合法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、例えばアルミニウム材(アルミニウム合金材を含む)等の金属材の突き合わせ接合に用いられる摩擦攪拌接合法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】固相接合法の一つである摩擦攪拌接合法として、次のような方法が提案されている。即ち、図4に示すように、径大の円柱状回転子(111)の端部軸線上に、接合部材(101)(102)よりも硬質の径小のピン状プローブ(112)が突出して一体に設けられた接合装置(110)を用い、前記回転子(111)を高速で回転させつつ、突き合わせた2枚の接合部材(101)(102)の突き合わせ部(103)またはその近傍に前記プローブ(112)を挿入する。挿入は、一般には、回転子(111)のプローブ側平坦面からなる肩部(111a)が接合部材(101)(102)に当接するまで行う。そして、プローブ挿入状態のまま突き合わせ部(103)に沿ってプローブ(112)を接合部材(101)(102)に対し相対的に移動させる。プローブ(112)の回転により発生する摩擦熱、あるいはさらに回転子(111)の肩部(111a)と接合部材との摺動に伴い発生する摩擦熱により、プローブ(112)との接触部分近傍において接合部材(101)(102)は軟化しかつプローブにより攪拌されるとともに、プローブ(112)の移動に伴って、軟化攪拌部分がプローブ(112)の進行圧力を受けてプローブの通過溝を埋めるようにプローブ(112)の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち摩擦熱を急速に失って冷却固化される。この現象がプローブ(112)の移動に伴って順次繰返されていき、最終的に接合部材(101)(102)が突き合わせ部(103)において接合されるものである。

【0003】このような摩擦攪拌接合によれば、固相接合であるため、接合部材である金属材の種類に制限を受けないとか、接合時の熱歪みによる変形が少ない、等の利点がある。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、2個の

接合部材(101)(102)の突き合わせ面に凹凸が存在するような場合には、突き合わせ部(103)に隙間が生じるため、摩擦攪拌接合時にこの隙間の空気が接合部に巻き込まれてボイドを生じ、この部分において接合欠陥となるという欠点があった。

【0005】この発明は、このような欠点を解消するためになされたものであって、突き合わせ部に隙間が存在していても、接合部に接合欠陥を生じることなく良好に突き合わせ接合することのできる摩擦攪拌接合法の提供を目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明は、2個の接合部材を突き合わせるとともに、突き合わせ部またはその近傍に回転するプローブを挿入し、プローブとの接触部を摩擦熱にて軟化させ攪拌しながら、プローブを挿入状態で突き合わせ部に沿って相対的に移動させることにより接合部材を突き合わせ接合する摩擦攪拌接合法において、前記接合部材を突き合わせ方向に加圧しながら、摩擦攪拌接合を行うことを特徴とするものである。

【0007】こうすることにより、突き合わせ部に隙間が存在していても、突き合わせ部における軟化部分が容易に密着変形して隙間に存在する空気が接合部外へ逃げ、接合部への空気の巻き込みが防止される。

## 【0008】

【発明の実施の形態】図1はこの発明の一実施形態に係るものである。同図において、(1)(2)は同一平面内において幅方向の一端面を突き合わせ状態に配置されたアルミニウム鋳物材(ダイカスト材を含む)からなる2枚の板状接合部材である。これら接合部材(1)(2)は、図2に示すように、突き合わせ面にうねり状の凹凸を生じているため、突き合わせ部(3)に隙間(4)を生じている。

【0009】(20)は加圧装置である。この加圧装置は、両接合部材(1)(2)の幅方向外側面に、接合部材の長さ方向に沿って分割配置された複数個の加圧体(21)と、この加圧体(21)を外側から突き合わせ方向に押圧する油圧式あるいは空圧式のシリンダ(22)とを備えている。そして、シリンダ(22)の進退動作により、加圧体(21)を介して両接合部材(1)(2)は突き合わせ方向に加圧され、あるいは加圧が解除されるものとなされている。

【0010】図1において、(10)は接合装置であり、径大の円柱状回転子(11)の端部軸線上に径小のピン状プローブ(12)が突出して一体に設けられたものであり、回転子(11)を高速回転させることによりプローブ(12)も高速回転せうものとなされている。なお、プローブ(12)及び回転子(11)は、接合部材(1)(2)よりも硬質でかつ接合時に発生する摩擦熱に耐えうる耐熱材料によって形成されている。

【0011】次に、接合装置(10)及び加圧装置(20)を用い、次のようにして摩擦撹拌接合を行う。即ち、加圧装置(20)のシリンダ(22)を進出駆動して加圧体(21)を介して両接合部材(1)(2)の長さ方向全体に突き合わせ方向の加圧力を付与する。

【0012】そして、この状態で、回転子(11)を回転させることによりこれと一体回転するプローブ(12)を、接合部材(1)(2)の突き合わせ部(3)またはその近傍に接触させて、その摩擦熱により接触部分を軟化可塑性させ、さらにプローブ(12)を押し付けて該プローブを接合部材(1)(2)の厚さ方向内部に挿入していく。プローブ(12)の挿入状態で、回転子(11)先端の平坦状肩部(11a)は接合部材(1)(2)の表面に当接させる。肩部(11a)の当接により、接合開始時あるいは接合途中の軟化部分の素材の飛散を防止しえて均一な接合状態を実現し得るとともに、接合部材(1)(2)と肩部(11a)との摺動による摩擦熱を生ぜしめて、プローブ(12)との接触部あるいはその近傍の軟化を促進し、さらに接合部材(1)(2)表面の凹凸形成を防止する。

【0013】プローブ(12)の挿入後、突き合わせ部(3)に沿って回転子(11)及びプローブ(12)を移動させる。プローブ(12)及び回転子(11)の回転により、プローブ(12)との接触部分周辺において、接合部材(1)(2)が摩擦熱によって軟化しかつ撹拌される。プローブ(12)の移動によって、軟化撹拌部分がプローブ(12)の進行圧力を受けてプローブ(12)の通過溝を埋めるようにプローブ(12)の進行方向後方へと回り込む態様で塑性流動したのち、摩擦熱を急速に失って冷却固化される。

【0014】而して、プローブ(12)による軟化撹拌に際しては、接合部材(1)(2)は加圧装置(20)により突き合わせ方向に加圧されているから、突き合わせ部(3)における軟化部分が容易に密着変形して隙間(4)が消滅し、該隙間(4)に存在する空気は接合部外へ逃げ、接合部への空気の巻き込みが防止される。

【0015】こうして、突き合わせ部(3)の軟化、密着変形、撹拌、冷却固化がプローブ(12)の移動に伴って順次繰り返されていき、突き合わせ部(3)において接合部材(1)(2)は相互に一体化され順次接合されていき、接合部のボイドを50 $\mu$ m以下に抑制した接合品が得られる。

【0016】図3は加圧装置の変形例を示すものである。この加圧装置(30)は、両接合部材(1)(2)の幅方向外側面に配置された各1個のローラー(31)を備え、これらローラー(1)がその周面を接合部材(1)(2)の外側端面に圧接された状態で、接合部材(1)(2)の長さ方向に回転するものとなされている。

【0017】図3に示した加圧装置(30)を用いた摩

擦撹拌接合では、プローブ(12)が突き合わせ部(3)に沿って移動するのに合わせて、周面が接合部材(1)(2)の外側端面に圧接した前記ローラー(31)を接合部材(1)(2)の長さ方向に回転させることにより、両接合部材(1)(2)を突き合わせ方向に連続的に加圧する。これにより、突き合わせ部(3)の軟化部分が順次密着変形し、図1に示した場合と同様に、接合部への空気の巻き込みを防止しつつ突き合わせ部(3)が連続的に接合されていく。このように、ローラー(31)を使用することにより、接合中の必要部分のみを加圧することができるから、極めて効率的である。

【0018】なお、図3に示した実施形態において、接合装置(10)による摩擦撹拌接合法は図1に示したものと同一である。

【0019】なお、以上の実施形態では、接合部材(1)(2)としてアルミニウム鋳物材を用いたが、接合部材の種類は特に限定されることはなく、アルミニウム展伸材あるいはアルミニウム以外の金属を用いても良い。しかし、アルミニウム鋳物材のように、製造凝固時のガスを吸収、固溶してそれ自体に気孔が存在しているような材料を含む部材の接合に適用した方が、突き合わせ部の隙間だけでなく該気孔に基づく空気の巻き込みをも有効に防止し得る点から望ましい。また、加圧装置(20)(30)による接合部材(1)(2)への加圧力が大きすぎると、接合部材が座屈する恐れがあることから、加圧力は接合部材(1)(2)が座屈しない値に設定する必要がある。

【0020】

【実施例】

(実施例1) AC4Aアルミニウム鋳物材からなる幅60mm×長さ150mm×厚さ20mmの2枚の接合部材(1)(2)を用い、各接合部材の幅方向の端面を突き合わせた。

【0021】そして、図1に示した加圧体(21)とシリンダ(22)とからなる加圧装置(20)を用い、接合部材(1)(2)を突き合わせ方向に表1に示した加圧力で加圧した。

【0022】この状態で、図1に示した接合装置(10)の回転子(11)及びプローブ(12)を回転させて、回転子肩部(11a)が接合部材(1)(2)の表面に当接するまでプローブ(12)を突き合わせ部(3)に挿入し、摩擦撹拌接合を行った。ここに、接合装置の回転子(11)及びプローブ(12)は熱間ダイス鋼からなるものを用い、回転子(11)の外径は54mm、プローブ(12)の外径は18mm、回転子(11)及びプローブ(12)の回転速度は1000rpm、プローブ(12)の挿入深さは19.8mmとした。

【0023】そして、回転子(11)の肩部(11a)

を接合部材(1)(2)の表面に接触させたまま、回転子(11)及びプローブ(12)を突き合わせ部(3)に沿って接合部材の長さ方向に0.1cm/分の速度で移動させることにより、突き合わせ部(3)を摩擦攪拌接合した。

【0024】一方、接合部材を加圧しなかった以外は上

記と同様にして突き合わせ部の摩擦攪拌接合を行った。

【0025】こうして得られた接合品の突き合わせ部(3)の断面を顕微鏡により観察して接合状態を調査した。その結果を表1に示す。

【0026】

【表1】

試料No	加圧力(kgf/mm <sup>2</sup> )	接合状態(注)
実施	1	1.32
	2	2.64
比較	3	加圧なし

(注) ◎…接合欠陥は認められなかった。

○…直径50μm以下の欠陥が認められた。

×…直径50μmを超える欠陥が認められた。

【0027】(実施例2)6N01-T5アルミニウム押出材からなる幅60mm×長さ300mm×厚さ15mmの2枚の接合部材(1)(2)を用い、各接合部材の幅方向の端面を突き合わせた。なお、両接合部材には押出後のストレッチを施さなかった。

【0028】そして、図3に示したローラー(31)を備えた加圧装置(30)を用い、接合部材(1)(2)を突き合わせ方向に加圧した。

【0029】この状態で、上記実施例1と同様の条件(ただしプローブ(12)の挿入深さは14.8mmとした)で、突き合わせ部(3)の摩擦攪拌接合を行った。

【0030】一方、接合部材(1)(2)を加圧しなかった以外は上記と同様にして突き合わせ部の摩擦攪拌接合を行った。

【0031】こうして得られた接合品の突き合わせ部(3)の断面を顕微鏡により観察して接合状態を調査した。その結果を表2に示す。

【0032】

【表2】

試料No	ローラーによる加圧	接合状態(注)
実施	4	有り
比較	5	なし

(注) ◎…接合欠陥は認められなかった。

×…直径50μmを超える欠陥が認められた。

【0033】以上の表1、2の結果から、本発明によれば、突き合わせ部(3)の接合欠陥を抑制して、良好な突き合わせ接合を行いうることを確認し得た。

【0034】

【発明の効果】この発明は、上述の次第で、接合部材を突き合わせ方向に加圧しながら、摩擦攪拌接合を行うか

ら、突き合わせ部に隙間が存在していても、突き合わせ部における軟化部分が容易に密着変形して隙間に存在する空気を接合部外へ逃がすことができ、接合部への空気の巻き込みを防止できる。従って、接合部におけるボイドの発生を防止でき、接合欠陥の少ない高品質の突き合わせ接合品を提供することができる。

【0035】しかも、突き合わせ部の密着変形により、接合部材の全体寸法を矯正することができる利点もある。

【0036】また、加圧により接合時における接合部材の位置ずれを防止でき、突き合わせ部に沿って的確な摩擦攪拌接合を行わせることができる。

【0037】しかもまた、アルミニウム鋳物材等のように、接合部材自体に気孔等の欠陥が存在する場合でも、加圧することで接合部分における該気孔内の空気を逃がすことができ、加圧しない場合に比べて益々接合欠陥の少ない接合品の提供が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1の摩擦攪拌接合法に用いる接合部材を突き合わせた状態の斜視図である。

【図3】この発明の他の実施形態を示す斜視図である。

【図4】摩擦攪拌接合法を説明するための斜視図である。

【符号の説明】

1、2…接合部材

3…突き合わせ部

4…隙間

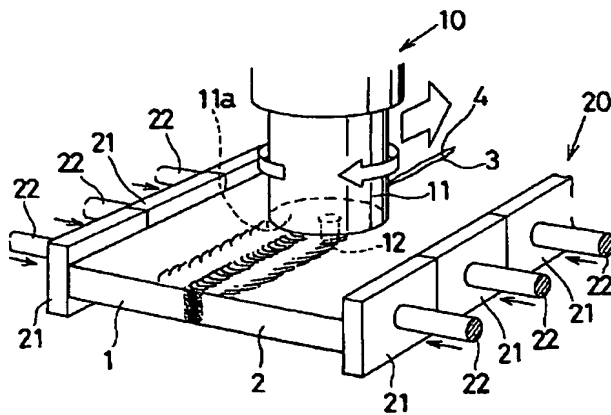
10…接合装置

11…回転子

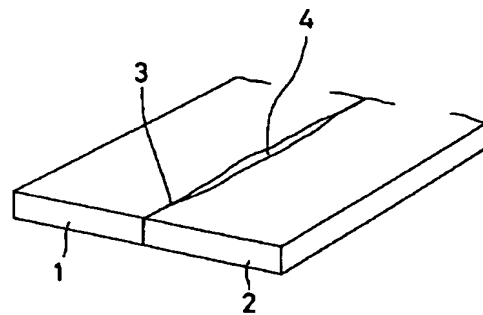
11a…肩部

12…プローブ

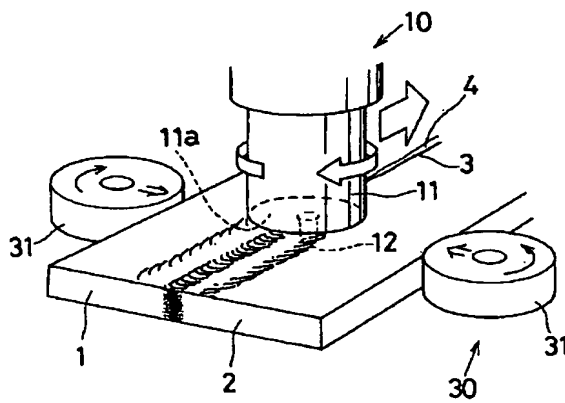
【図1】



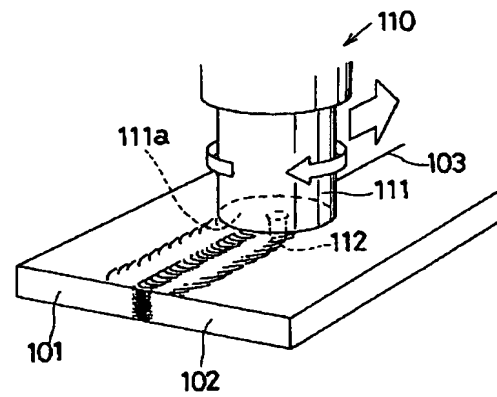
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 橋本 武典  
堺市海山町6丁224番地 昭和アルミニウ  
ム株式会社内